

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2002-078310

(43)Date of publication of application : 15.03.2002

(51)Int.Cl.

H02K 33/02

B06B 1/04

H02K 7/065

(21)Application number : 2000-
256638

(71)Applicant : MATSUSHITA
ELECTRIC WORKS
LTD

(22)Date of filing :

28.08.2000

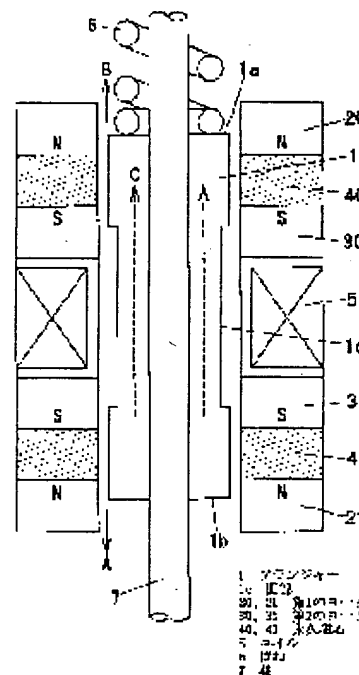
(72)Inventor : ICHII YOSHITAKA
HIRATA KATSUHIRO
ARIKAWA YASUSHI
YAMADA TOMIO
YABUUCHI
HIDEKAZU
INOUE HIROMIKI

(54) LINEAR ACTUATOR

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a low-noise linear actuator that can be made compact as compared to the conventional actuators.

SOLUTION: A plunger 1, which is of a cylindrical shape made of a magnetic material, is formed with a larger diameter at the portions close to both ends and a recessed part 1c at the center in the moving direction. A coil 5, that magnetizes magnetic path, surrounds the plunger 1 in a state of being fit loosely. Ring-shaped permanent magnets 40, 41 are arranged at both sides of the coil 5 in the moving direction of the plunger 1 and magnetized symmetrically with respect to the coil 5 in the same direction. Ring-shaped first yokes 20, 21, which are made of a magnetic material, are each arranged opposite to the side facing the coil 5 of permanent magnets 40, 41, while the ring-shaped second yokes 30, 31, which are made of a magnetic material, are each arranged at the side facing the coil 5 of the permanent magnets 40, 41.



BEST AVAILABLE COPY

A shaft 7 for extracting the motion is pressed into the plunger 1. Then, a spring that supports the plunger 1, enables it to be moved reciprocally in the direction of the shaft 7 and to balance it at a neutral position.

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2002-78310

(P2002-78310A)

(43) 公開日 平成14年3月15日 (2002.3.15)

(51) Int.Cl.	識別記号	F I	テームト (参考)
H 0 2 K 33/02		H 0 2 K 33/02	A 5 D 1 0 7
B 0 6 B 1/04		B 0 6 B 1/04	Z 5 H 6 0 7
H 0 2 K 7/065		H 0 2 K 7/065	5 H 6 3 3

審査請求 未請求 請求項の数14 O L (全 10 頁)

(21) 出願番号 特願2000-256638 (P2000-256638)

(22) 出願日 平成12年8月28日 (2000.8.28)

(71) 出願人 000005832

松下電工株式会社

大阪府門真市大字門真1048番地

(72) 発明者 一井 義孝

大阪府門真市大字門真1048番地松下電工株式会社内

(72) 発明者 平田 勝弘

大阪府門真市大字門真1048番地松下電工株式会社内

(74) 代理人 100087767

弁理士 西川 恵清 (外1名)

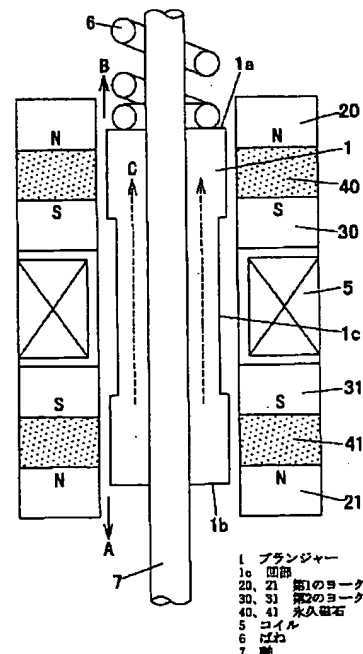
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 リニアアクチュエータ

(57) 【要約】

【課題】 低騒音で小型化が可能なリニアアクチュエータを提供する。

【解決手段】 ブラッジャー1は磁性体にて形成された円柱状のもので、両端付近は太く形成され、移動方向中央に凹部1cを有し、磁路を励磁するコイル5はブラッジャー1を遊嵌する状態で取り巻き、環状の永久磁石40、41はブラッジャー1の移動方向でコイル5の両側に配され、ブラッジャー1の移動方向でコイル5に対して対称に着磁されている。環状の第1のヨーク20、21は磁性体にて形成され、永久磁石40、41のコイル5との対向面の反対側に各々配され、環状の第2のヨーク30、31は磁性体にて形成され、永久磁石40、41のコイル5との対向面側に各々配されている。運動を取り出すための軸7はブラッジャー1に圧入され、ブラッジャー1を支持するばね6はブラッジャー1を軸7の方向に往復運動可能にさせるとともに、中立位置に釣り合わせる。



BEST AVAILABLE COPY

【特許請求の範囲】

【請求項1】 移動可能なブランジャーと、磁路を励磁するコイルと、前記ブランジャーの移動方向で前記コイルの両側に配され且つ前記ブランジャーの移動方向で前記コイルに対して対称に着磁された永久磁石と、前記永久磁石の前記コイルとの対向面の反対側に配された第1のヨークと、前記永久磁石の前記コイルとの対向面側に配された第2のヨークと、前記ブランジャーに接続され運動を取り出すための軸と、ブランジャーを中立位置に釣り合わせるばねとを含んで構成され、コイル電流の変化によって力のバランスが崩れてブランジャーが移動することを特徴とするリニアアクチュエータ。

【請求項2】 前記永久磁石の外径から非磁性体を介して磁性体よりなる磁気シールドケースを設けたことを特徴とする請求項1記載のリニアアクチュエータ。

【請求項3】 前記シールドケースは、前記永久磁石の外径の7%以上の厚みを有することを特徴とする請求項2記載のリニアアクチュエータ。

【請求項4】 前記第1のヨークは、前記ブランジャーの移動方向に対して三角形の断面形状を有し、前記磁気シールドケースから所定の距離を設けていることを特徴とする請求項2記載のリニアアクチュエータ。

【請求項5】 前記第1のヨークは、前記永久磁石の外径よりも小さい外径を有し、前記磁気シールドケースから所定の距離を設けていることを特徴とする請求項2記載のリニアアクチュエータ。

【請求項6】 前記永久磁石の前記第1のヨーク側端面は、薄い磁性体板によって覆われていることを特徴とする請求項5記載のリニアアクチュエータ。

【請求項7】 前記第1のヨーク及び第2のヨークは、磁性体板の積層構造からなることを特徴とする請求項1記載のリニアアクチュエータ。

【請求項8】 前記ブランジャーは移動方向中央に凹部を有し、前記凹部の端面を前記第2のヨークの前記コイル側端面に一致させ、前記ブランジャーの端面を前記永久磁石の前記第1のヨーク側端面に一致させることを特徴とする請求項1記載のリニアアクチュエータ。

【請求項9】 前記ブランジャーは、磁性体板の積層構造からなることを特徴とする請求項1記載のリニアアクチュエータ。

【請求項10】 前記ブランジャーは、移動方向と同一方向のスリットを有することを特徴とする請求項1記載のリニアアクチュエータ。

【請求項11】 前記永久磁石は、円錐台の形状を有し、前記円錐台の上面と下面とを結ぶ方向に着磁を行うことを特徴とする請求項2記載のリニアアクチュエータ。

【請求項12】 前記軸は、非磁性体からなることを特徴とする請求項1記載のリニアアクチュエータ。

【請求項13】 前記軸は、前記ブランジャー内の部分

のみ非磁性体からなることを特徴とする請求項1記載のリニアアクチュエータ。

【請求項14】 前記ブランジャーと第1のヨーク及び第2のヨークとの間のギャップは、前記ブランジャーの回転方向に対して不均一であることを特徴とする請求項1記載のリニアアクチュエータ。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、機械制御用の駆動部、電気かみそり及び電動歯ブラシなどの駆動部に用いることが可能なリニアアクチュエータに関するものである。

【0002】

【従来の技術】従来のリニアアクチュエータは、直線運動を作り出すために、回転運動を直線運動に変換するための運動方向変換機構を用いることによって所望の動作を得ていた。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、前記のような従来のリニアアクチュエータにあっては、運動方向変換機構部に生じる騒音が大きいとともに、運動方向変換機構部が存在することにより小型化を行うことが困難であるという問題点があった。

【0004】本発明は、上記事由に鑑みてなされたものであり、その目的は、低騒音で小型化が可能なリニアアクチュエータを提供することにある。

【0005】

【課題を解決するための手段】請求項1の発明は、移動可能なブランジャーと、磁路を励磁するコイルと、前記ブランジャーの移動方向で前記コイルの両側に配され且つ前記ブランジャーの移動方向で前記コイルに対して対称に着磁された永久磁石と、前記永久磁石の前記コイルとの対向面の反対側に配された第1のヨークと、前記永久磁石の前記コイルとの対向面側に配された第2のヨークと、前記ブランジャーに接続され運動を取り出すための軸と、ブランジャーを中立位置に釣り合わせるばねとを含んで構成され、コイル電流の変化によって力のバランスが崩れてブランジャーが移動することを特徴とし、電気エネルギーを直接的にブランジャーの直線往復運動に変換でき、回転運動を直線運動に変換する運動変換機構が不要で、機械制御用の駆動部、電気かみそり及び電動歯ブラシなどの駆動部に好適な、低騒音で小型化が可能なリニアアクチュエータを提供することができる。

【0006】請求項2の発明は、請求項1の発明において、前記永久磁石の外径から非磁性体を介して磁性体よりなる磁気シールドケースを設けたことを特徴とし、アクチュエータ外部へ漏れる磁束を低減して周囲に磁気的な影響を及ぼさないようにすることができる。

【0007】請求項3の発明は、請求項2の発明において、前記シールドケースは、前記永久磁石の外径の7%

以上の厚みを有することを特徴とし、十分な磁気シールド効果を得て、ベースメカなどにも磁気的な影響を与えないようにすることができる。

【0008】請求項4の発明は、請求項2の発明において、前記第1のヨークは、前記ブランジャーの移動方向に対して三角形の断面形状を有し、前記磁気シールドケースから所定の距離を設けていることを特徴とし、磁気シールドケースに流れる磁束を減少させ、ブランジャーを流れる磁束を増加させて推力を向上させることができる。

【0009】請求項5の発明は、請求項2の発明において、前記第1のヨークは、前記永久磁石の外径よりも小さい外径を有し、前記磁気シールドケースから所定の距離を設けていることを特徴とし、製作時において容易に加工でき、磁気シールドケースに流れる磁束を減少させブランジャーを流れる磁束を増加させて、安価に推力を向上させることができる。

【0010】請求項6の発明は、請求項5の発明において、前記永久磁石の前記第1のヨーク側端面は、薄い磁性体板によって覆われていることを特徴とし、永久磁石の減磁を抑制することができる。

【0011】請求項7の発明は、請求項1の発明において、前記第1のヨーク及び第2のヨークは、磁性体板の積層構造からなることを特徴とし、材料を打ち抜き加工して安価に製作することができ、渦電流損を低減させることができる。

【0012】請求項8の発明は、請求項1の発明において、前記ブランジャーは移動方向中央に凹部を有し、前記凹部の端面を前記第2のヨークの前記コイル側端面に一致させ、前記ブランジャーの端面を前記永久磁石の前記第1のヨーク側端面に一致させることを特徴とし、ブランジャーの中立位置近辺のディテント力を略0にすることができ、設計時にばね定数はばねのみを考えればよいことになり、共振系の設計などを容易に行うことができる。

【0013】請求項9の発明は、請求項1の発明において、前記ブランジャーは、磁性体板の積層構造からなることを特徴とし、材料を打ち抜き加工して安価に製作することができ、渦電流損を低減させることができる。

【0014】請求項10の発明は、請求項1の発明において、前記ブランジャーは、移動方向と同一方向のスリットを有することを特徴とし、磁束がブランジャーの移動方向に流れたときの渦電流損を大きく低減させることができる。

【0015】請求項11の発明は、請求項2の発明において、前記永久磁石は、円錐台の形状を有し、前記円錐台の上面と下面とを結ぶ方向に着磁を行うことを特徴とし、永久磁石と磁気シールドケースとの間に所定の距離を設けて磁気シールドケースに流れる磁束を減少させ、且つ永久磁石側面から漏れる磁束を減少させて、推力を

向上させることができる。

【0016】請求項12の発明は、請求項1の発明において、前記軸は、非磁性体からなることを特徴とし、軸を通しての磁束漏れがなくなり、推力を向上させることができる。

【0017】請求項13の発明は、請求項1の発明において、前記軸は、前記ブランジャー内の部分のみ非磁性体からなることを特徴とし、軸の耐摩耗性を低下させることなく、軸を通しての磁束漏れをなくして、推力を向上させることができる。

【0018】請求項14の発明は、請求項1の発明において、前記ブランジャーと第1のヨーク及び第2のヨークとの間のギャップは、前記ブランジャーの回転方向に対して不均一であることを特徴とし、ブランジャーに軸の周方向に回転する力を発生させてスクリュウのような動きをさせることができる。

【0019】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施の形態を図面に基づいて説明する。

【0020】（実施形態1）本実施形態1のリニアアクチュエータの断面側面図を、図1に示す。移動可能なブランジャー1は、鉄材などの磁性体にて形成された円柱状のもので、両端付近は太く形成され、移動方向中央に凹部1cを有している。磁路を励磁するコイル5は、ブランジャー1を遊嵌する状態で取り巻いている。環状の永久磁石40、41は、ブランジャー1の移動方向でコイル5の両側に配され、ブランジャー1の移動方向でコイル5に対して対称に着磁されている。環状の第1のヨーク20、21は、鉄材などの磁性体にて形成され永久磁石40、41のコイル5との対向面の反対側に各々配されている。環状の第2のヨーク30、31は、鉄材などの磁性体にて形成され永久磁石40、41のコイル5との対向面側に各々配されている。運動を取り出すための軸7はブランジャー1に、ブランジャー1の移動方向に圧入されている。ブランジャー1を支持するばね6は、ブランジャー1を軸7の方向に往復運動可能にさせるとともに、中立位置に釣り合わせる。

【0021】次に、本実施形態1の動作について説明する。コイル5に電流を流さない場合、永久磁石40、41の各磁束は、永久磁石40、41の各N極→第1のヨーク20、21→ブランジャー1→第2のヨーク30、31→永久磁石40、41の各S極という各磁路を流れる。ばね6によってブランジャー1は中立位置にあるので、ブランジャー1には軸7の両方向に同じ推力が発生し、全体的にみてブランジャー1には推力は発生しない。

【0022】コイル5に電流を流した場合は、コイル5には電流の流れる方向に対して右ねじの方向に磁束が発生する。ここで、破線矢印Cで示されるような方向に磁束が発生するとブランジャー1の両端での磁束分布のバ

ランスが崩れ、プランジャー端1a側における永久磁石40の磁束は弱められ、プランジャー端1b側における永久磁石41の磁束は強められる。したがって、プランジャー1はプランジャー端1b側への推力が勝り、プランジャー1はばね6の伸長抗力に逆らって矢印A方向に変位する。また、コイル5に逆向きの電流を流して破線矢印Cと反対方向に磁束を発生させると、プランジャー端1a側における永久磁石40の磁束は強められ、プランジャー端1b側における永久磁石41の磁束は弱められる。したがって、プランジャー1はプランジャー端1a側への推力が勝り、ばね6の復働力とあいまって、プランジャー1はばね6の圧縮抗力に逆らって矢印B方向に変位する。したがってプランジャー1は軸7を案内する軸受け(図示なし)などに沿って直線運動を行うことができ、またコイル5に流す電流を交流電流とすることでプランジャー1を直線往復運動させることができる。このように回転運動を直線運動に変換するための運動方向変換機構を用いることなく、プランジャー1を直接直線運動させて、低騒音で小型化が可能なりニアアクチュエータを提供することができる。

【0023】(実施形態2)本実施形態2は図2の断面側面図に示すように、前記実施形態1を示す図1に磁性体よりなるシールドケース8を付加したもので、前記実施形態1と同一の要素には同一の符号を付して説明は省略する。磁気シールドケース8は軸7に沿って、永久磁石40、41を非磁性体(本実施形態2では空気)を介して遊嵌したものであり、磁気シールドケース8にも磁束が流れ、プランジャー1を流れる磁束が減少して推力が低下するが、アクチュエータ外に漏れる磁束を低減することができる。周囲に磁気的な影響を及ぼさないようにすることができる。また、永久磁石40、41と磁気シールドケース8との間に非磁性体を介するのは、永久磁石40、41と磁気シールドケース8とが磁気回路的に直結されてしまい、磁束が主に磁気シールドケース8を流れることを防ぐためである。

【0024】なお、磁気シールドケース8の厚みを永久磁石40、41の外径の7%以上とすると、十分な磁気シールド効果を得ることができ、ベースメカなどにも磁気的な影響を与えないリニアアクチュエータを提供することができる。

【0025】(実施形態3)本実施形態3は図3の断面側面図に示すように、前記実施形態2を示す図2の第1のヨーク20、21のプランジャー1の移動方向に対する断面形状を三角形として、第1のヨーク20、21と磁気シールドケース8との間に距離を設けたもので、磁気シールドケース8に流れる磁束を減少させ、プランジャー1を流れる磁束を増加させて推力を向上させることができる。前記実施形態2と同一の要素には同一の符号を付して説明は省略する。

【0026】(実施形態4)本実施形態4は図4の断面

側面図に示すように、前記実施形態2を示す図2の第1のヨーク20、21の外径を永久磁石40、41の外径より小さくして、第1のヨーク20、21と磁気シールドケース8との間に距離を設けたもので、磁気シールドケース8に流れる磁束を減少させ、プランジャー1を流れる磁束を増加させて推力を向上させることができる。また、永久磁石40、41の第1のヨーク20、21側の各端面が一部露出してしまうため前記実施形態3に比べて減磁の効果が多少存在するものの、第1のヨーク20、21は円筒形状となるために製作時の加工が容易であり、前記実施形態3に比べて安価に同様の効果を得ることができる。前記実施形態2と同一の要素には同一の符号を付して説明は省略する。

【0027】(実施形態5)本実施形態5は図5に示すように、前記実施形態4を示す図4の永久磁石40、41の第1のヨーク20、21側の各端面に薄い磁性体板90、91を付加したもので、永久磁石40、41の減磁を抑制することができる。前記実施形態4と同一の要素には同一の符号を付して説明は省略する。

【0028】(実施形態6)本実施形態6は図6の断面側面図に示すように、前記実施形態1を示す図1の第1のヨーク20、21と第2のヨーク30、31とを、磁性体板をプランジャー1の移動方向に対して垂直方向に積層させた積層構造としたもので、材料を打ち抜き加工して安価に製作することができ、渦電流損を低減させることができる。前記実施形態4と同一の要素には同一の符号を付して説明は省略する。

【0029】(実施形態7)本実施形態7は図7の断面側面図に示すように、プランジャー1の中立位置において、プランジャー1の凹部1cの端面と第2のヨーク30、31のコイル5側端面とを各々一致させ、プランジャー端1a、1bと永久磁石40、41の第1のヨーク20、21側端面とを各々一致させたもので、プランジャー1の中立位置近辺のディテント力を略0にすることができ、設計時にばね定数は、ばね6のみを考えればよいことになり、共振系の設計などが容易になる。前記実施形態1と同一の要素には同一の符号を付して説明は省略する。

【0030】(実施形態8)本実施形態8は図8の断面側面図に示すように、前記実施形態1を示す図1のプランジャー1を、磁性体板をプランジャー1の移動方向に対して垂直方向に積層させた積層構造としたもので、材料を打ち抜き加工して安価に製作することができ、渦電流損を低減させることができる。前記実施形態1と同一の要素には同一の符号を付して説明は省略する。

【0031】(実施形態9)前記実施形態1を示す図1のプランジャー部の斜視図を図9(a)に示し、本実施形態9のプランジャー部の斜視図を図9(b)に示す。図9(a)において、プランジャー1は、鉄材などの磁性体にて形成された円柱状のもので、両端付近は太く形

成され、移動方向中央に凹部1cを有しており、軸7はブランジャー1に、ブランジャー1の移動方向に圧入されている。それに対して本実施形態9のブランジャー1を示す図9(b)は、ブランジャー1の移動方向にスリット1dを付加したもので、加工は多少困難になるものの磁束がブランジャー1の移動方向に流れたときの渦電流損を大きく低減させることができる。また、本実施形態9の形状を用いてブランジャー1を前記実施形態8同様に磁性体板の積層構造とすれば、材料を打ち抜き加工とすることで加工の困難さが低減され、さらに渦電流損の低減効果を増すことができる。

【0032】(実施形態10) 本実施形態10は図10の断面側面図に示すように、前記実施形態4を示す図4の永久磁石40、41の形状を円錐台として、第2のヨーク30、31から第1のヨーク20、21に向かって円錐の幅が狭くなる方向に配置して永久磁石40、41と磁気シールドケース8との間に距離を設け、且つ永久磁石40、41の上面40a、41aと下面40b、41bとを各々結ぶ方向に着磁したもので、永久磁石40、41から磁気シールドケース8に流れる磁束を減少させ、且つ永久磁石40、41の側面から漏れる磁束を減少させて、推力を向上させることができる。

【0033】(実施形態11) 本実施形態11は図11の断面側面図に示すように、軸7に非磁性体の材料を用いたもので、軸7を通しての磁束漏れがなくなり、推力を向上させることができるが、現状では非磁性体の軸7は耐摩耗性が低いという問題もある。前記実施形態1と同一の要素には同一の符号を付して説明は省略する。

【0034】(実施形態12) 本実施形態12は図12の断面側面図に示すように、軸7のブランジャー1外部の部分には耐摩耗性の高い軸材料を用い、ブランジャー1に圧入される部分には非磁性体の材料を用いることで、軸7の耐摩耗性を低下させることなく、軸7を通しての磁束漏れをなくして、推力を向上させることができる。前記実施形態1と同一の要素には同一の符号を付して説明は省略する。

【0035】(実施形態13) 本実施形態13の断面側面図を図13に示し、前記実施形態1と同一の要素には同一の符号を付して説明は省略する。図13において、位置A、B、Cにおける軸7に垂直な断面図を各々図14(a)、(b)、(c)に示す。図14(a)は位置Aでの断面を示し、軸7を圧入されたブランジャー1と第1のヨーク20との間のギャップは左上方向が広がっている。図14(b)は位置Bでの断面を示し、軸7を圧入されたブランジャー1と第1のヨーク20との間のギャップはブランジャー1の円周方向で均一になっている。図14(c)は位置Cでの断面を示し、軸7を圧入されたブランジャー1と第1のヨーク20との間のギャップは右下方向が広がっている。図14において

は、ブランジャー1と第1のヨーク20との間のギャップ

ブについて示しているが、第1のヨーク21、第2のヨーク30、31についても同様である。

【0036】このようにブランジャー1のストローク位置によってブランジャー1と、第1のヨーク20、21、第2のヨーク30、31との間のギャップを不均一にすることにより、ブランジャー1に軸7を中心に回転する力を発生させてスクリュウのような動きをさせることができる。

【0037】

【発明の効果】請求項1の発明は、移動可能なブランジャーと、磁路を励磁するコイルと、前記ブランジャーの移動方向で前記コイルの両側に配され且つ前記ブランジャーの移動方向で前記コイルに対して対称に着磁された永久磁石と、前記永久磁石の前記コイルとの対向面の反対側に配された第1のヨークと、前記永久磁石の前記コイルとの対向面側に配された第2のヨークと、前記ブランジャーに接続され運動を取り出すための軸と、ブランジャーを中立位置に釣り合わせるばねとを含んで構成され、コイル電流の変化によって力のバランスが崩れてブランジャーが移動するので、電気エネルギーを直接的にブランジャーの直線往復運動に変換でき、回転運動を直線運動に変換する運動変換機構が不要で、機械制御用の駆動部、電気かみそり及び電動歯ブラシなどの駆動部に好適な、低騒音で小型化が可能なリニアアクチュエータを提供することができるという効果がある。

【0038】請求項2の発明は、請求項1の発明において、前記永久磁石の外径から非磁性体を介して磁性体よりなる磁気シールドケースを設けたので、アクチュエータ外部へ漏れる磁束を低減して周囲に磁気的な影響を及ぼさないようにすることができるという効果がある。

【0039】請求項3の発明は、請求項2の発明において、前記シールドケースは、前記永久磁石の外径の7%以上の厚みを有するので、十分な磁気シールド効果を得て、ベースメカなどにも磁気的な影響を与えないようにすることができるという効果がある。

【0040】請求項4の発明は、請求項2の発明において、前記第1のヨークは、前記ブランジャーの移動方向に対して三角形の断面形状を有し、前記磁気シールドケースから所定の距離を設けているので、磁気シールドケースに流れる磁束を減少させ、ブランジャーを流れる磁束を増加させて推力を向上させることができるという効果がある。

【0041】請求項5の発明は、請求項2の発明において、前記第1のヨークは、前記永久磁石の外径よりも小さい外径を有し、前記磁気シールドケースから所定の距離を設けているので、製作時において容易に加工でき、磁気シールドケースに流れる磁束を減少させブランジャーを流れる磁束を増加させて、安価に推力を向上させることができるという効果がある。

【0042】請求項6の発明は、請求項5の発明におい

て、前記永久磁石の前記第1のヨーク側端面は、薄い磁性体板によって覆われているので、永久磁石の減磁を抑制することができるという効果がある。

【0043】請求項7の発明は、請求項1の発明において、前記第1のヨーク及び第2のヨークは、磁性体板の積層構造からなるので、材料を打ち抜き加工して安価に製作することができ、渦電流損を低減させることができるという効果がある。

【0044】請求項8の発明は、請求項1の発明において、前記ブランジャーは移動方向中央に凹部を有し、前記凹部の端面を前記第2のヨークの前記コイル側端面に一致させ、前記ブランジャーの端面を前記永久磁石の前記第1のヨーク側端面に一致させるので、ブランジャーの中立位置近辺のディテント力を略0にすることができ、設計時にばね定数はばねのみを考えればよいことになり、共振系の設計などを容易に行うことができるという効果がある。

【0045】請求項9の発明は、請求項1の発明において、前記ブランジャーは、磁性体板の積層構造からなるので、材料を打ち抜き加工して安価に製作することができ、渦電流損を低減させることができるという効果がある。

【0046】請求項10の発明は、請求項1の発明において、前記ブランジャーは、移動方向と同一方向のスリットを有するので、磁束がブランジャーの移動方向に流れたときの渦電流損を大きく低減させることができるという効果がある。

【0047】請求項11の発明は、請求項2の発明において、前記永久磁石は、円錐台の形状を有し、前記円錐台の上面と下面とを結ぶ方向に着磁を行うので、永久磁石と磁気シールドケースとの間に所定の距離を設けて磁気シールドケースに流れる磁束を減少させ、且つ永久磁石側面から漏れる磁束を減少させて、推力を向上させることができるという効果がある。

【0048】請求項12の発明は、請求項1の発明において、前記軸は、非磁性体からなるので、軸を通しての磁束漏れがなくなり、推力を向上させることができるという効果がある。

【0049】請求項13の発明は、請求項1の発明において、前記軸は、前記ブランジャー内の部分のみ非磁性

体からなるので、軸の耐摩耗性を低下させることなく、軸を通しての磁束漏れをなくして、推力を向上させることができるという効果がある。

【0050】請求項14の発明は、請求項1の発明において、前記ブランジャーと第1のヨーク及び第2のヨークとの間のギャップは、前記ブランジャーの回転方向に対して不均一であるので、ブランジャーに軸の周方向に回転する力を発生させてスクリュウのような動きをさせることができるという効果がある。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の実施形態1を示す断面側面図である。

【図2】本発明の実施形態2を示す断面側面図である。

【図3】本発明の実施形態3を示す断面側面図である。

【図4】本発明の実施形態4を示す断面側面図である。

【図5】本発明の実施形態5を示す断面側面図である。

【図6】本発明の実施形態6を示す断面側面図である。

【図7】本発明の実施形態7を示す断面側面図である。

【図8】本発明の実施形態8を示す断面側面図である。

【図9】本発明の実施形態9のブランジャー部を示す斜

視図である。

【図10】本発明の実施形態10を示す断面側面図である。

【図11】本発明の実施形態11を示す断面側面図である。

【図12】本発明の実施形態12を示す断面側面図である。

【図13】本発明の実施形態13を示す断面側面図である。

【図14】本発明の実施形態13の動作を説明するための図である。

【符号の説明】

1 ブランジャー

1c 凹部

20、21 第1のヨーク

30、31 第2のヨーク

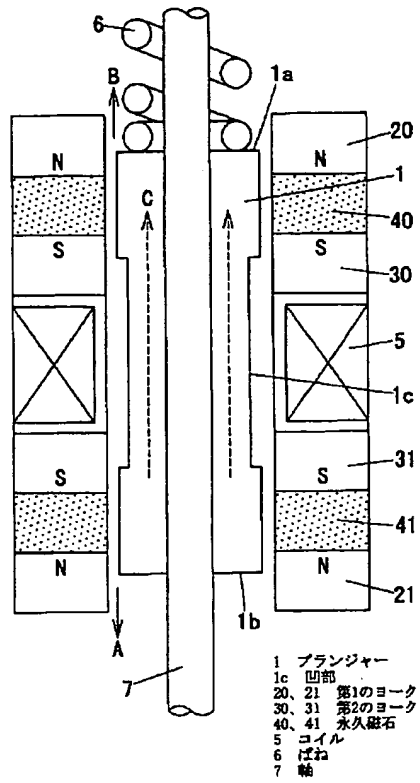
40、41 永久磁石

5 コイル

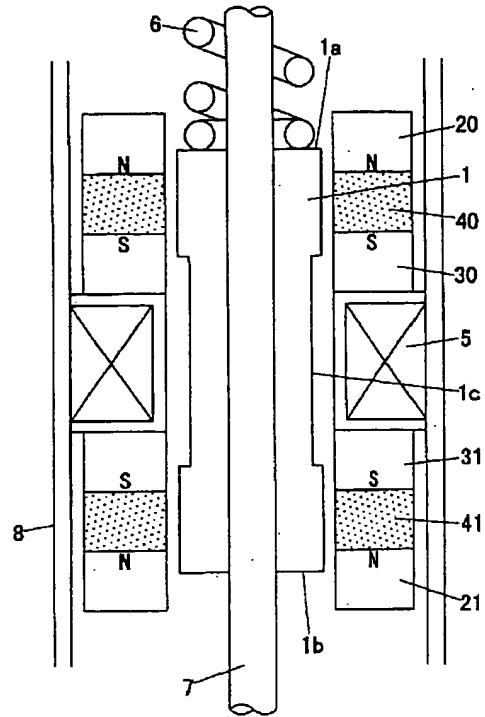
6 ばね

7 軸

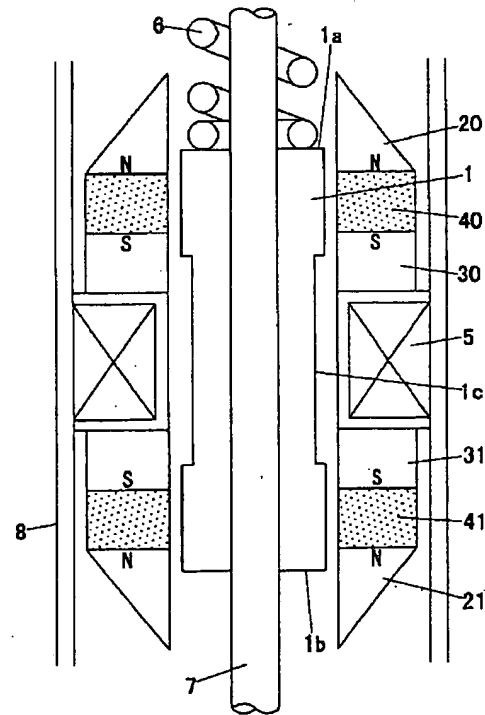
【図1】



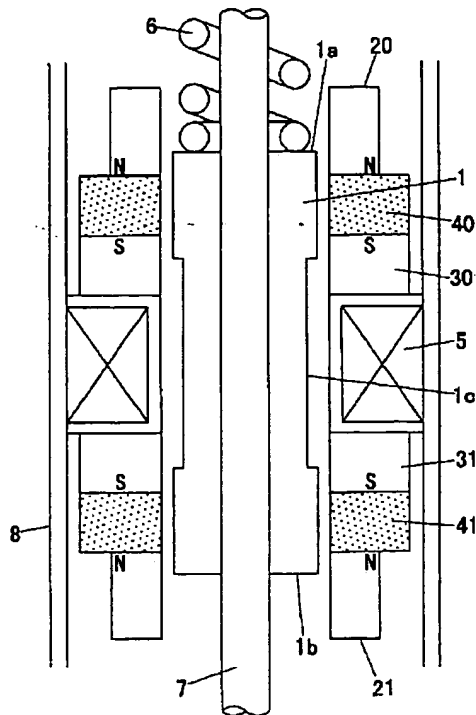
【図2】



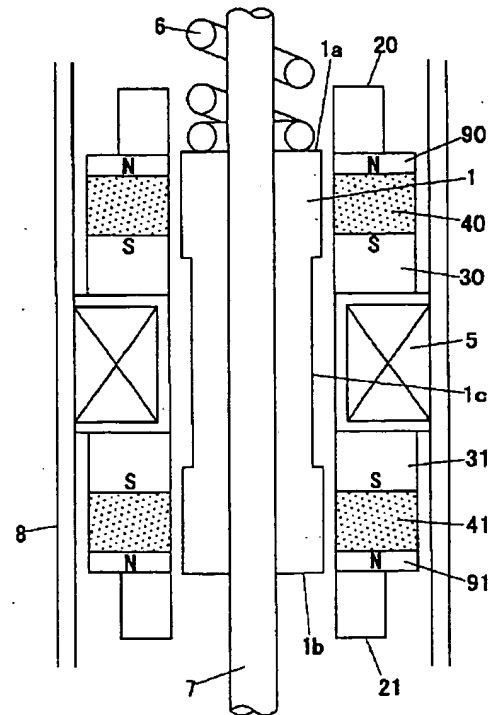
【図3】



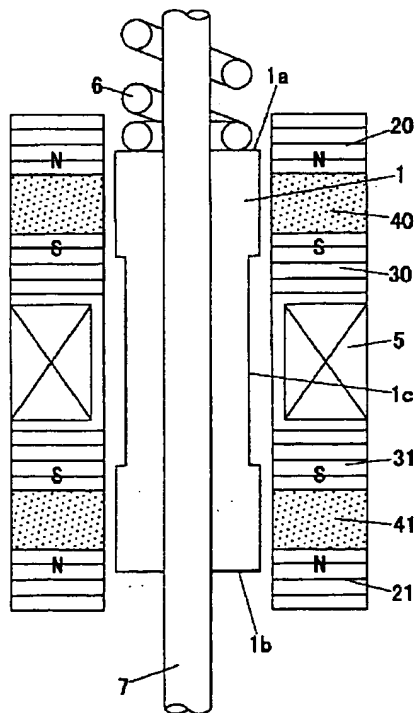
【圖 4】



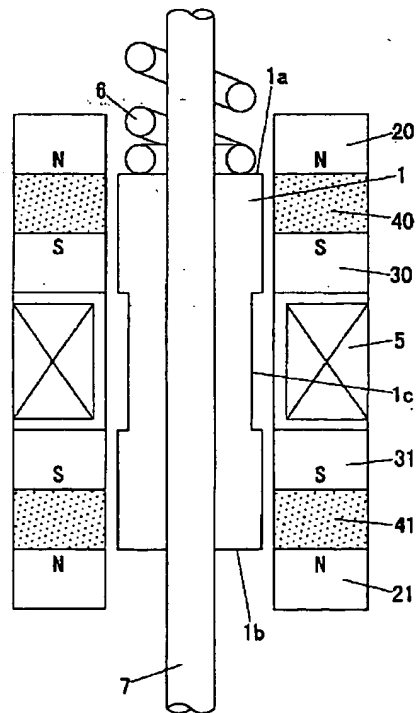
【圖5】



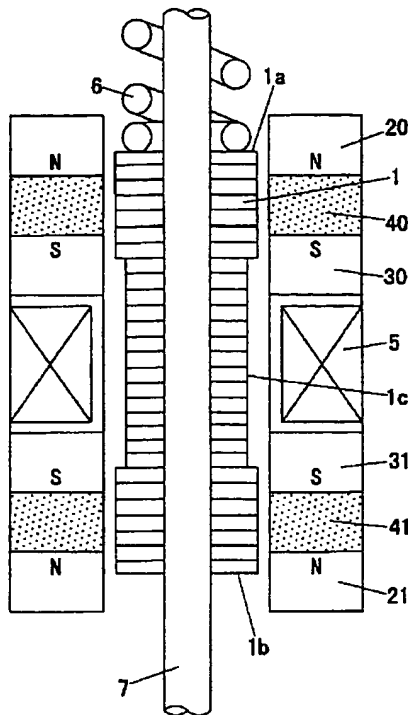
【図6】



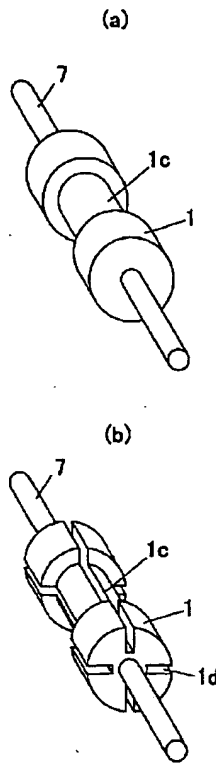
【図 7】



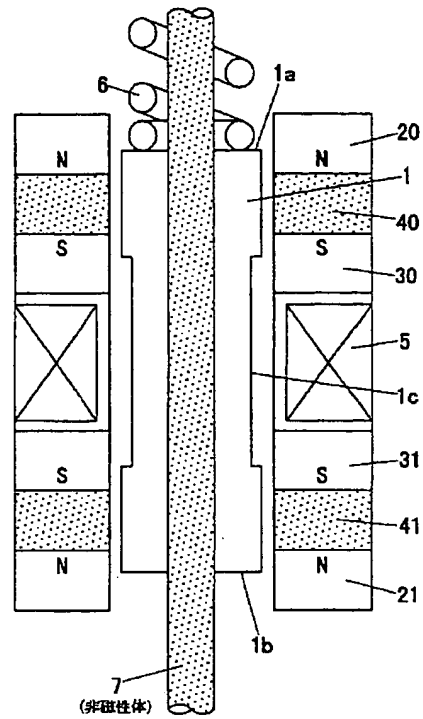
【図8】



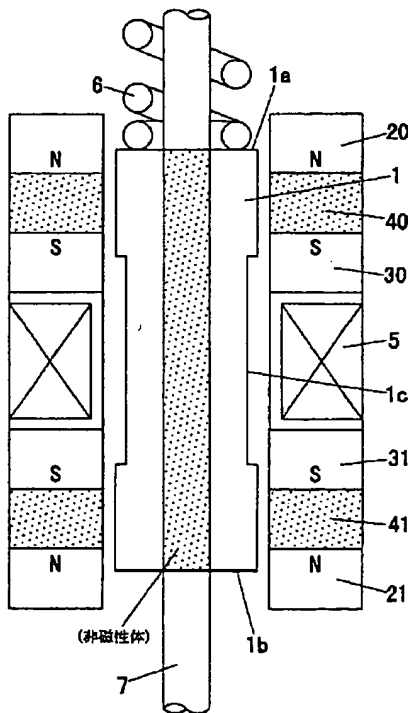
【図9】



【図11】



【図12】



【図13】

